

**СИСТЕМА ОЧИСТКИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В КОСМОСЕ**

Р.А. Нургалиева, В.Е. Вавилов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Ф.Р. Исмагилов  
Уфимский государственный авиационный технический университет  
Россия, г. Уфа, ул. К.Маркса, 12, 450008  
E-mail: [Rushana39.45@mail.ru](mailto:Rushana39.45@mail.ru)

Проблемы эффективной, экологически чистой и дешевой электроэнергии остаются на сегодняшний день одной из ключевых задач в развитии энергетики. Все чаще люди прибегают к альтернативным источникам энергии и отдают предпочтение им как основному источнику энергии. Одним из лидирующих неисчерпаемых и экологически чистых источников энергии является энергия Солнца. Целью использования солнечной энергетики является преобразование солнечного излучения в различные виды энергии, используемой в качестве основного источника электроэнергии [1].

В космосе солнечная энергия является основным источником работы любой космической аппаратуры. Также как и на Земле, в космосе остаются проблемы эффективного использования панелей и увеличения их КПД [2]. Как известно, на поверхности Марса часто возникают пыльные бури, которые сильно загрязняют поверхность панелей почти на 80%, что снижает их производительность и КПД на 40%. От этого страдают все аппаратные системы, работающие на марсоходах. Это приводит к нарушению функционирования, сокращению срока службы или полному выходу из строя.

В условиях космоса для конструкций таких устройств, предназначенных для генерирования электрической энергии путем преобразования солнечной энергии в электрическую энергию необходимо, чтобы панель обладала высокими эксплуатационными характеристиками и возможностью самостоятельно очищаться. Всё это требуется для увеличения эффективности панели и срока её службы.

Нашей инициативной группой предлагается модель с усовершенствованной технологией очистки, которая позволит без особых затруднений производить автоматическую очистку солнечных панелей в космосе. Данное устройство позволяет получить результат, который увеличит работоспособность и КПД панели.

Все это реализуется с помощью технических средств: источника питания, соединенного с солнечной панелью, параллельных проводов, датчиков контроля загрязнения проводов, расположенных на поверхности солнечной панели. Датчики контроля загрязнения выполнены в виде датчиков натяжения проводов, расположенных по всей внешней грани. Провода, выполненные с возможностью колебания, располагаются параллельно друг другу и устанавливаются на поверхности солнечной панели. В качестве источника питания используют источник переменного тока.

При пропускании по двум проводам импульсов переменного тока провода будут совершать механические колебания под действием периодически появляющейся и исчезающей силы Ампера. Благодаря этим колебаниям провода соприкасаются друг с другом, и пыль, образовавшаяся на проводах, будет со временем спадать [3].

Для повышения эффективности предлагаемого способа и снижения потребления энергии, необходимо, чтобы частота импульсов тока, проходящих по проводам, была равна собственной частоте колебаний загрязненных проводов, закрепленных на солнечной панели. При этом возникает явление резонанса. Предлагаемая разработка должна уменьшить энергозатраты на очистку проводов [4–5].

При накоплении тяжелого слоя пыли на проводах срабатывают датчики натяжения, которые передают данные на контроллер. Контроллер позволяет оценить состояние проводов и при необходимости запустить механизм подачи переменного тока с частотой 50Гц на провода.

После подачи тока, провода начинают постепенно колебаться в течении определенного времени. Далее датчики либо срабатывают, либо нет в зависимости от натяжения проводов.

Например, если взять два параллельных провода длиной 1 м, пропускать по ним ток одинаковой величины 5 А, но противоположного направления и при этом менять расстояние между проводами, то получим зависимость силы взаимодействия между проводами от расстояния между ними.

Таблица 1. Зависимость силы взаимодействия проводов от расстояния между ними

$d, \text{см}$	5	10	15	20	25
$F, \text{Н}$	$10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-4}$	$0,33 \cdot 10^{-4}$	$0,25 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$

Из табл. 1 видно, что расстояние между параллельными проводами существенно влияет на силу взаимодействия между ними. Поэтому для достижения максимального эффекта расстояние между проводами должно быть 5–10 см.

Переменный ток, протекающий в проводах, изменяется по синусоидальному закону. Сила взаимодействия проводов будет равна

$$F_A = \frac{\mu_0 (I \sin \omega t)^2 l}{2\pi d} = \frac{\mu_0 l I^2 (1 - \cos 2\omega t)}{2\pi d \cdot 2}.$$

Можно заметить, что сила пульсирует с двойной частотой  $\cos 2\omega t$  по сравнению с частотой тока. То есть при пропускании по проводам переменного тока с частотой 50 Гц, возникают устойчивые колебания, способные создать механические колебания проводов и вызвать тем самым резонанс.

Процесс возникновения колебаний в проводах позволяет обеспечить достижение поставленной цели с помощью минимальных затрат и максимальных энергоэффективных показателей. Это позволяет оценивать перспективу использования, как альтернативной энергетики, так и солнечной энергетики в космосе, с максимальными результатами получения «чистой» энергии [6]. В результате работы устройства повышается эффективность очистки поверхности солнечной панели от пыли, мусора и других объектов, мешающих преобразованию солнечной энергии. Решая экономические аспекты, позволяет уменьшить себестоимость конструкций луноходом и аппаратов использующихся в космическом пространстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев В.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – М.: МРСУ, 2004. – 174 с.
2. Андерсон Б. Солнечная энергия: Основы строительного проектирования / под ред. Ю.Н. Малевского. – М.: Стройиздат, 1982. – 375с.
3. TechHive. Робот Sharap повысит КПД солнечных батарей [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://energysafe.ru/alternative\\_energy/companies/1776/](http://energysafe.ru/alternative_energy/companies/1776/)–15.06.2017.
4. Андреев В.М., Грилихес В.А., Румянцев В.Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. – Л.: Наука, 1989. – 310с.
5. Андреев В.М. Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 7. – С. 93–98.
6. Ахмедов Р.Б. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – М.: «Знание», 1988. – 46с.